



太陽光発電（PV）の新たな安全性要求事項のはじまり：

IEC 61730第2版





太陽光発電（PV）モジュールの国際規格、IEC 61730 シリーズ（61730-1、61730-2）が、先頃この分野での技術進歩を踏まえて改訂されました。2016 年に新たに発行された第 2 版は、IEC 60664 シリーズを中心とした IEC 水平規格の重要な基本的概念をベースにしています。この規格シリーズは、「絶縁協調」の概念を規定・使用し、IEC 61140 と併せて PV モジュールに適用される「感電保護クラス」を規定しています。

IEC 60664 と IEC 61140 のいずれにも絶縁システム協調に関する要求事項が規定され、これには、材料グループ、設置タイプ、設置場所、汚染度、システム電圧、過電圧などの内的・外的要素が含まれます。改訂版 IEC 61730 規格に規定された新しい材料要求事項、部品要求事項は、これまで他の電気機器規格とともに問題なく運用されてきたこの IEC 60664 と IEC 61140 を基にしています。

これは、PV モジュールの構造に用いられる 1,500 V DC 部品や材料の基本的理解の促進にも寄与しています。改訂版 IEC 61730 には、絶縁幅 (Distance Through Insulation) や接着された接合部 (Cemented Joint) などの新たな概念が盛り込まれ、こうした新たな概念は PV モジュールの今後の開発に役立ち、ソーラーパネルシステム普及の後押しになると考えられます。本書ではこうした改訂項目を詳しく見ていきます。



はじめに

世界中に設置された太陽光発電の発電能力は、2015年に220ギガワットピークを超え、2020年までには500ギガワットピークを突破すると予測されています¹。現時点では小規模な屋上型PVシステム（およそ1～20キロワット）の設置が市場全体の大部分を占めるものの、昨今のPVシステムの流れは中規模（およそ100キロワット～1メガワット）または大規模（1メガワット超）へとシフトしており、いくつかの事例では1ギガワットレベルを超えています。

こうした流れの大きな要因の一つに、PVシステム設計の経済性があります。平均的PVモジュールの販売価格は、1ワットピークあたり0.40米ドル前後に下がり、これと同時に、現在のPVシステムの設置費用の大部分は人件費や配線といったPVモジュール以外のシステム（BOS: Balance of System）のコストが占めています。その結果、システム設計者は、1,000～1,500V帯の高電圧対応システムに力を注ぎ、システム開発計画に対して総合的なアプローチを取り始めています。

高電圧PVシステムは使用電流が少ないことから、システム全体に細い導体を用いることができ、さらに電気系統のロスを抑えることが可能です。ただし高直流電圧は、該当規格への準拠が求められるPVシステム内の部品設計や材料にとって新たな課題でもあります。したがって、こうした規格は、進化を続ける製品やシステムに応じた必須安全性要求事項を規定するために常に技術的に最新の状態でなければなりません。

よって、IEC 61730-1「Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 1: Requirements for construction (PVモジュールの安全適格性—Part 1: 構造要求事項)」とIEC 61730-2「Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 2: Requirements for testing (PVモジュールの安全適格性—Part 2: 試験要求事項)」が改訂され、最大1,500 Vのシステム電圧を想定した明確な要求事項が盛り込まれました。例えば、動作電圧の高圧化を反映し、材料と絶縁距離についてより厳格な要求事項が規定されています。PVモジュール設計、使用概念、使用材料に基づく新しい規格はモジュールのさらなるイノベーションを促し、ワット当たりモジュール価格のみならずシステム全体の費用低下につながるでしょう。

背景

PVモジュールの安全性を目的に最低限の構造要求事項を規定した初めての国際規格は、2004年に発行されたIEC 61730初版です。それ以前の国レベルでの規格は、現場でよく見られる故障モード、特に1975～1981年にかけてカリフォルニア工科大学ジェット推進研究所が米国航空宇宙局（NASA）の支援により行ったフラットプレート太陽電池アレイ（Flat-Plate Solar Array）プロジェクト中に認められた故障モードがベースとなっており^{2,3}、この時の重点は、通常厚さ500 μ mの太陽電池を搭載した結晶シリコン（c-Si）PVモジュールでした。

UL 1703「The Standard for Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels（フラットプレートPVモジュール・パネル規格）」は主にジェット推進研究所のまとめ買い型モジュールの開発・試験経験に基づいていました。UL 1703はその後、IEC 61215「Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval – Part 1: Test requirements（地上設置PVモジュール設計適格性および型式承認－Part 1：試験要求事項）」とIEC 61646「Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval（地上設置薄膜PVモジュール設計適格性および型式承認）」の2つの型式承認の補足となるIEC 61730初版の策定へとつながりました（IEC 61646の必須事項はIEC 61215最新版に組み込まれ、IEC 61646は2016年に廃版となっています）⁴。

PV技術の進歩とIEC 61730初版の基となった原規格の実際の使用経験によってこの2つの規格の手直しが必要となり、これらの第2版が、8年を超えるULと業界関係者の多大なる労力によって策定されました。5ページの図1に、IEC 61730シリーズ改訂版の策定経緯を示しています⁵。

IEC 61730原規格と同様、シリーズのPart 1、Part 2は相補的に策定されています。Part 1には構造と部品に関する用途別要求事項が規定され、Part 2には、使用材料、PVモジュールの具体的設計への使用材料の組み込み方法、設計から最終モジュールへの完成方法を検証するための安全性試験要求事項が規定されています。また、改訂版規格では、Part 1の試験要求事項に存在していた重複を含め、原規格の重複箇所が解消されました。

このほか改訂版規格では、先頃改訂されたIEC 61215規格との整合化が図られています。例えば、改訂版IEC 61730に規定された試験の一部は、改訂版IEC 61215シリーズの試験と同一です。また故障モードと要求事項は、パフォーマンスと安全性の点で類似しています。ただし、IEC 61730の方が感電と火災の危険性防止に関する安全性に重点が置かれています。



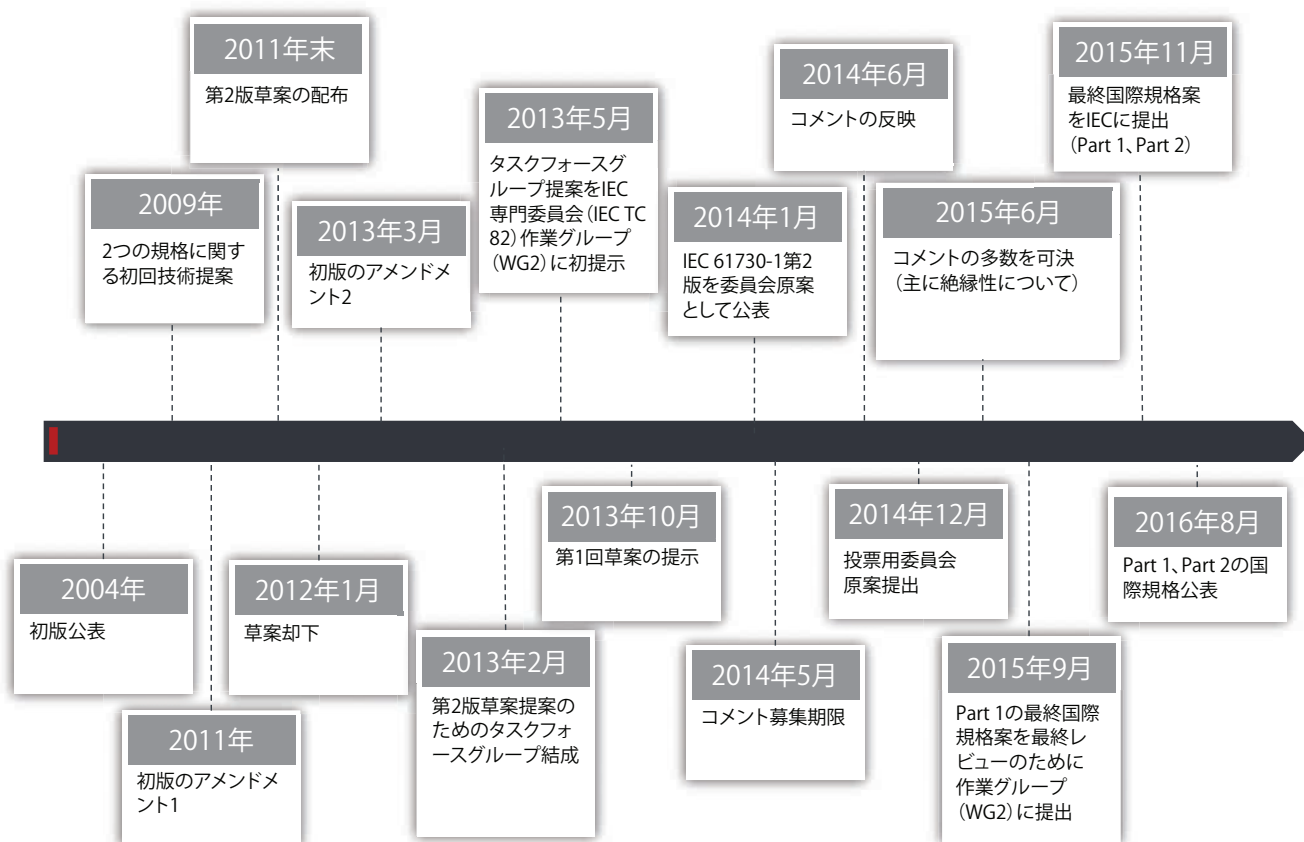


図1: IEC 61730-1、IEC 61730-2の策定経緯概要

留意すべきは、PVモジュール部品は、PVモジュールのそれ以外の部分と切り離して評価することはできないという点です。モジュールの部品表 (BOM) に変更が生じた場合は、モジュール材料同士の予期せぬ相互作用を含め、その変更に伴う影響がないか技術的評価を行う必要があります。現状IEC/TS 62915と付番された詳しいリテストガイドラインの策定が現在進められており、変更を行う場合、IEC 61215およびIEC 61730に基づく再試験要求事項を参照することが見込まれます。



新たな概念の導入背景

この数年、IEC専門委員会（IEC TC 82）の作業グループ（WG2）は、IEC 61730シリーズを更新し、喫緊の課題に対処する改訂・決定事項シートの発行のために多大な労力を費やしてきました。ただし、こうした取り組みが規格を最終的に完全改訂・更新する必要性を排除したわけではありません。

絶縁協調の概念に関係する該当水平規格の詳細を理解することは、PVモジュールへの適切な同概念の応用に欠かせません。したがって、IEC 61730改訂作業の主な目的の一つは、水平規格であるIEC 60664シリーズ「Insulation coordination for equipment within low-voltage systems（低圧系統内機器の絶縁協調）」に規定されているPVモジュールの絶縁協調概念との整合化を図ることでした。これ以外にも水平規格との整合化の重要性がIECガイド108「Guidelines for ensuring the coherency of IEC publications – Application of horizontal standards（IEC公表物の一貫性確保に関するガイドライン—水平規格の使用）」に記載されています。IECガイド108の記載事項は、規格化文書本文の全体的一貫性を確保すると同時に、矛盾する要求事項を可能な限り抑え、規格策定労力の重複を避けることを意図しています。

目次

本書後段では、こうした新しいPV概念が改訂版IEC 61730規格にどのように示されているかに着目し、以下のトピックを取り上げます。

絶縁協調

汚染度

過電圧カテゴリー

材料グループ

感電保護クラス

感電保護

用語・概念・定義

改訂版IEC 61730規格は、さまざまな重要な定義付けと、関係する電気工学水平規格の詳細な理解が必要です。基本概念をきちんと理解するために、まず原規格に基づく基本的定義を確認します。以下の最初の5つのサブセクションでは、水平規格と改訂版IEC 61730規格におけるその記載内容を詳しく説明します。それ以降のサブセクションでは、改訂版IEC 61730に初めて掲載され、新しい規格の理解に欠かせない重要用語を取り上げます。

絶縁協調の原則

絶縁協調は、電力システム内の各部品における電気絶縁レベルを予め構成・調整する手法です。絶縁体の不具合が特定箇所に限定され、システムへのダメージが最低限に抑えられるほか、修理・交換も簡単です。絶縁協調の有効性をテストするには、すべての絶縁部分の故障率試験を行い、電源に最も近い最も脆弱な絶縁箇所を特定する必要があります。

IEC 60664シリーズ「Insulation coordination for equipment within low-voltage systems (低圧系統内機器の絶縁協調)」に絶縁協調の概念が規定されています。IEC公表物において用いられる用語のほとんどはIEC 60050シリーズ「International Electrotechnical Vocabulary (国際電気工学用語集)」にまとめられています。絶縁協調については、次の[IEV 604-03-08]が該当します。

「システム表面に表示される可能性のある想定電圧に関して装置の絶縁耐力を選択すること。また、利用できる保護装置の稼働環境と特性を考慮すること。」

この定義と電子機器の範囲を踏まえ、電氣的絶縁協調にはさまざまな観点が必要です。例えば、過電圧、システム電圧、動作電圧、環境・保守性を含む装置の用途などがあります。これらの観点を以下のサブセクションで取り上げます。



過電圧カテゴリー

過渡過電圧は、実世界のさまざまな事象を原因として、配電システム（低電圧幹線）内で起こる可能性があります。一般に、過電圧とは回線または回線の一部の電圧がその設計上限を超えることを言います。過電圧の状態は、その事象の継続時間によって危険を伴います。絶縁協調では、意図せぬ影響を有効に軽減するために、そうした事象の性質や可能性を予測することが重要です。

IEC 60664では、低電圧幹線に接続する機器の曝露を体系的に定量化するために、過電圧カテゴリーが定められています。この過電圧カテゴリーは一般に、機器装置に生じる

過渡過電圧の物理的減衰に基づく定義ではなく、確率論的定義付けがされています。IEC 60664-1に、過電圧カテゴリーI、II、III、IVの定義が示されています。

図2では、PVシステムに関するそれぞれのカテゴリー別の想定箇所を示しています。送電網との接続点は、直接的に曝露することから過電圧カテゴリーが最も高い分類になっています。介在する導体によってシステム内のインピーダンスが高くなるほど、過電圧の伝播が抑えられます。

PV設備はこれらの要求事項に従う必要があり、PVモジュールはIEC 60664では過電圧カテゴリーIIIの機器装置に分類されています。

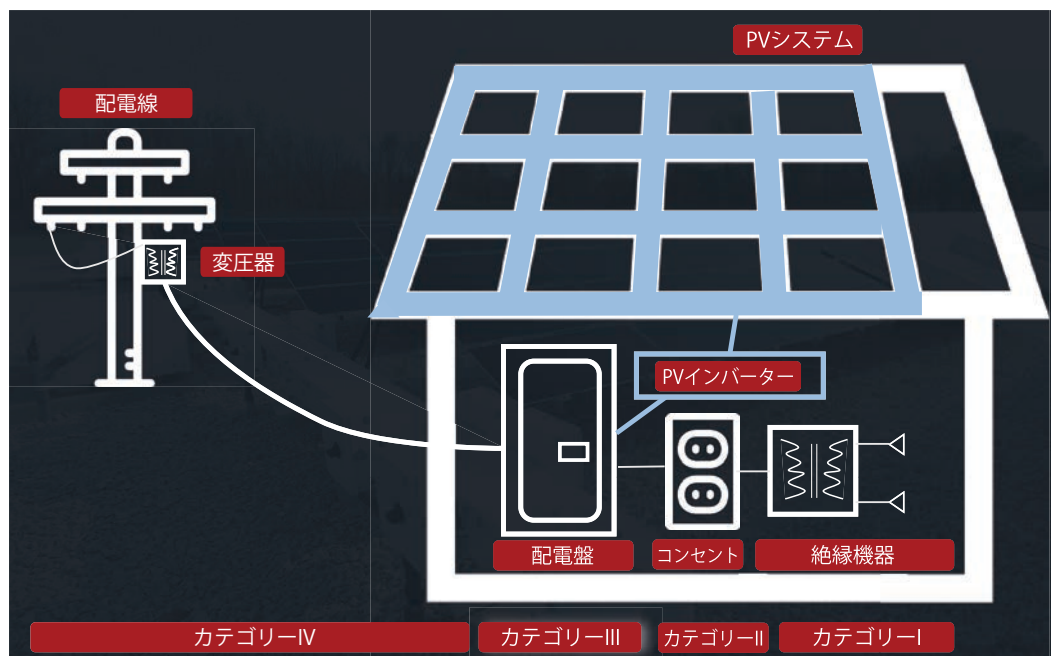


図2: 各過電圧カテゴリーの該当箇所。青の部分がPVシステム（過電圧カテゴリーIII）

絶縁協調では、該当する過電圧カテゴリーの把握が重要です。空気による導電性部分間の絶縁（空間距離）は、過渡過電圧の負荷がかかることによって破壊される可能性があります。ただし、過電圧が解消されれば、空気が元に戻り、絶縁が自己回復します。

これは、沿面距離（絶縁物表面に沿った導電性部分間の距離）とは対照的です。不具合発生後に導体材料が残る可能性があり、絶縁が永久的に損なわれます。導電性部分間に配置する固体絶縁とも異なります。この場合は、過電圧によって絶縁破壊が起き、永久的に絶縁機能が損なわれます。

絶縁協調手法は、空間距離が破壊されない妥当な信頼度を確保するものです。と同時に、表面絶縁または固体絶縁が永久的に損なわれる前に、自己回復性のある空間距離の破壊を先に起こさせるためのものでもあります。永久的な故障リスクを軽減するために、過電圧カテゴリー別に空間距離要求事項が明確に規定されています。

感電保護クラス

機器・装置・部品の感電保護については、それらの構造と設置方法に注意を払う必要があります。

IEC 61140「Protection against electric shock - Common aspects for installations and equipment (感電保護—設備及び機器の共通事項)」では4つのクラス(クラス0、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ)が規定されています。クラス分けの基本的考え方は、電子機器を感電保護手法によって分類することです。保護手法には、保護接地(アース)の使用などがありますが、感電保護に主に用いられるのは内部絶縁です。内部絶縁のレベルは次の通りです。

- ・機能絶縁。火災の危険を防ぐ可能性があるレベル。感電に対する保護は備えない。
- ・基礎絶縁。感電の危険を防ぐ基本的レベル。
- ・付加絶縁。基礎絶縁機能と、最低絶縁幅を満たす。
- ・二重絶縁。基礎絶縁と付加絶縁で構成される。
- ・強化絶縁。二重絶縁と同等の機能を果たす統合型単一絶縁。最低絶縁幅も満たす。



改訂版IEC 61730のクラス定義は、IEC 61140のクラス定義との整合化が図られています。ページ11の表1に、概要と旧版IEC 61730に用いられていた適用クラスとの相関関係をまとめています。PVモジュールについては以下の定義となります。

・クラス0モジュール

クラス0モジュールは、個々またはシステム全体での電気出力が電圧、電流、電力において危険レベルにあります。このクラスのモジュールには、基本的保護として基礎絶縁のみが施され、故障保護はありません。少なくとも基礎絶縁を用いて危険導電部から切り離していない導電性部品はすべて、危険導電部があるものとして取り扱う必要があります。クラス0モジュールは、安全性が限定的であることから、その使用はフェンスその他の手段によって物理的に一般人の立ち入りを制限し保護している区域に限られます。

・クラスⅠモジュール

クラスⅠモジュールの感電リスクの軽減は通常、保護接地と基礎絶縁に依存しています。IEC 61730-1:2016には言及がありません。クラスⅠモジュールは、電氣的に安全な動作のために特別な設置方法を要し、IEC 61730の適用範囲外です。

・クラスⅡモジュール

クラスⅡモジュールは、個々またはシステム全体での電気出力が電圧、電流、電力において危険レベルにある可能性があります。このクラスのモジュールでは、基本的保護として基礎絶縁を、故障保護の予防措置として付加絶縁を施す必要があります。あるいはそれに代えて、基礎絶縁と付加絶縁を兼ね合わせた強化絶縁を施します。可触導電性部分は、二重絶縁または強化絶縁によって危険導電部と切り離すか、それに匹敵する保護ができる構造にしなければなりません。このクラスのモジュールは、操作者や保守作業者の立ち入りが予想される場所への設置が意図され、標準的な屋上設置から大規模なメガワットタイプPV発電所までさまざまな種類のPV設備が含まれます。現在のPVモジュールの大半はこのクラスに該当します。

・クラスⅢモジュール

このクラスのモジュールとその直列／並列接続については、標準的試験条件における評価が35 V DC、240W、8Aを超える電気定格は認められていません。クラスⅢモジュールの本質的に制限された電気出力性能を踏まえ、その使用、誤使用、故障が感電や火災のリスクにつながる可能性は低く、そのため機能絶縁以外に構造や絶縁に関する要求事項は定められていません。これらのモジュールは、一般ユーザーが立ち入ったり、絶縁していない部分に接触したりすることが予想される箇所への組み込みが意図されています(家庭用電化製品など)。逆給電保護と過電圧保護の両方を施していない限り、別のモジュールやエネルギー源との併用は意図されていません。

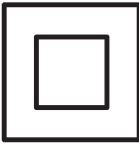
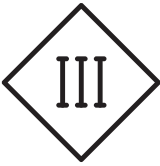
感電保護 クラス	機器表示・使用説明	機器と設備間の 接続条件	適用クラス (IEC 61730-1: 2004)	IEC 61730-1: での記載
クラス0	伝導性のない環境での 使用のみ、または電氣的 分離によって保護する	伝導性のない環境 個々の装置機器につ いて電氣的分離を施す	B	立入制限区域内 での使用
クラスI	保護ボンディング端子にIEC 60417 [13]の記号番号5019 もしくはPEの文字、または緑 と黄色の配色による表示 	端子を設備の保護等 電位ボンディングに 接続する	特別な設置方法が 必要	特別な設置方法が 必要
クラスII	IEC 60417 [13]の記号番号 5172による表示 	設備の保護方法に 頼らない	A	立入制限のない 区域での使用
クラスIII	IEC 60417 [13]の 記号番号5180による表示 	SELVまたはPELVシス テムにのみ接続する	C	感電保護 に関する制限なし

表1: IEC 61140表1の低電圧設備での機器使用およびIEC 61730-1: 2004との相関関係

汚染度

汚染度は、絶縁表面にたまり、絶縁機能の有効性低下や導電化の原因となる埃や水分などの汚染の可能性を体系的に評価するための重要なパラメーターです。汚染度評価では、機器周辺のマクロ環境と、機器内部の状態であるミクロ環境の両面を検討する必要があります。

マクロ環境とミクロ環境の評価は、対象のシステム、デバイス、部品によってその影響が変わる場合があるため非常に重要です。例えば、PV機器では、エンクロージャの使用、封止、気密シーリングなどを効果的に用いるなどの汚染物質の侵入を阻害する手段を用いた場合にミクロ環境が限定的になります。ただしこうした手段は、機器に結露が生じる場合は、効果的でないことがあります。

小さな空間距離は、固形粒子や埃、水分などの汚染物質によって完全に埋まってしまう恐れがあり、空間距離の最低要求事項を満たすためにはこの点を考慮しなければなりません。沿面距離も同様に汚染物質の影響を受ける可能性があります。一般に、埃やすすなどの汚染物質は、湿気や水分の存在によって導電化することがあります。水分、金属・炭素粉塵による汚染は、本来導電性があります。

所定の空間距離、沿面距離条件を満たした製品設計のためには、まずマクロ環境を評価検討する必要があります。IEC 60664-1では、4段階の汚染度が定められています。汚染度1 (PD=1) は、汚染なしまたは絶縁性に影響を与えない乾燥した非導電性汚染のみ、汚染度4 (PD=4) は、埃、雨、その他の湿潤状態によって継続的な導電が発生する状況を指します。永久的導電性汚染が存在する場合 (PD=4) は、沿面距離の長さは規定できません。一時的導電性汚染の場合 (PD=3) は、導電性汚染の継続的経路になることを防ぐ、例えばリブや溝を施すなどの対策を講じた絶縁表面設計にすることができます。

PVモジュールは、さまざまな程度の温度、湿度、降雨、埃、汚染物質、射光を伴うさまざまな環境にさらされます。IEC 60664-1に定められた汚染度の定義と想定設置場所に関する情報に基づき、PVモジュールは通常、最低でも汚染度3のミクロ環境条件に耐えられる設計にする必要があります。ただし、最低でも汚染度3の条件を満たすとなると、非常に大きな絶縁距離を設けたPVモジュールの開発が必要になります。

したがって、課題は該当汚染度を引き下げられるPVモジュールの設計ということになります。エンクロージャによって、侵入保護等級IP55と同等またはそれを上回る部品の保護が可能である場合、汚染度分類が2に引き下げられる可能性があります。エンクロージャ内に組み込まれた部品がIEC 60730-1の別添Cに規定された該当要求事項を満たす場合、汚染度分類が2ないしは1に引き下げられる可能性があります。また、コーティングも汚染度分類を引き下げ得る手段の一つです。





材料グループ

導電性部分間の絶縁材料表面が損傷すると、絶縁機能が損なわれる可能性があります。こうした恐れに対処するため、絶縁材料は表面トラッキング挙動の観点から分類されています。比較トラッキング指数 (CTI) は、もともULが策定した材料定格であり、これに類する指数が複数のIEC規格にも用いられています。

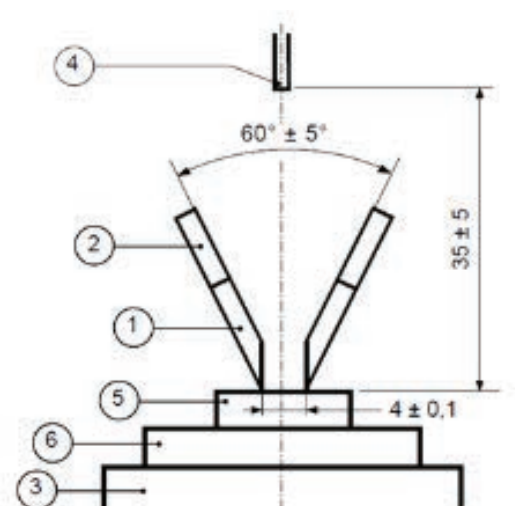
CTI評価は、その絶縁材料が高電圧にさらされた場合に材料表面に導電性トラックが形成される傾向を評価するものです。IEC 60112に記載されている基本的試験設定を下図3に示します。絶縁材料は、グループIIIbからグループIまでの4グループに分類されます。グループIはトラック形成に対する耐性が最も高い材料です。材料グループの具体的カテゴリーは以下の通りです。

材料グループI:	$600 \leq \text{CTI}$, $\text{PLC}=0$
材料グループII:	$400 \leq \text{CTI} < 600$, $\text{PLC}=1$
材料グループIIIa:	$175 \leq \text{CTI} < 400$
材料グループIIIb:	$100 \leq \text{CTI} < 175$, $\text{PLC}=4$

前述の通り、絶縁協調原則は、その自己回復作用を鑑み、沿面距離よりも先に空間距離が損傷すべきという概念に基づいています。したがって、沿面距離は空間距離を下回ることはありません。トラックを形成しないガラス、セラミックその他の無機絶縁材料については、絶縁協調のために沿面距離をそれと関係する空間距離以上にする必要はありません。

- ① 白金電極
- ② 黄銅電極 (任意)
- ③ 台
- ④ 滴下装置先端
- ⑤ 試料
- ⑥ ガラス試料台

図3: IEC 60112に基づくCTI値の測定



絶縁協調手法：空間距離、沿面距離、絶縁幅

本書前段では、改訂版IEC 61730に盛り込まれた基本的概念を取り上げてきました。この枠組みにおいて、絶縁手法の違い（基礎絶縁、二重絶縁、機能絶縁、強化絶縁、固体絶縁）は極めて重要です。空間距離、沿面距離、絶縁に用いる材料の厚み、そして最終的にはPVモジュールの設計に大きな影響が及ぶためです。

定義は以下の通りです。

- **空間距離 (CL) :**

2つの導電性部分間、または導電性部分と可触面との間の空間最短距離。

- **沿面距離 (CR) :**

2つの導電性部分間、または導電性部分と可触面との間の絶縁物表面に沿った最短距離

空間距離（空隙）と沿面距離（表面）の他、固体材料（例：前面ガラス、バックシートなど）を用いることによっても絶縁状態を作ることができます（固体絶縁）。ただし、こうした材料の特徴付けに表面特性は適しておらず、よって固形特性や体積特性が重要となります。絶縁幅（distance through insulation: dti）とは、付加絶縁、二重絶縁、強化絶縁の場合に求められる絶縁幅を定義するものです。厚みは複数のパラメーターによって異なり、距離は改訂版IEC 61730-1、15ページの図4、図5に明記されています。

前面ガラスなどの固体部品以外にも、例えば標準的結晶シリコンPVモジュールの裏面材として薄膜絶縁シートもよく用いられます。ここで言う「薄層の厚み (thickness in thin layers)」の概念は、バックシートが単層または複層で構成される場合などに適用されます。こうしたケースでは、絶縁機能を損なう可能性のあるピンホールなどの問題のリスクを最低限に抑えるための材料要求事項や最小厚みを含む追加的基準が適用されます。



図4：導電性部分に色付け、重要な絶縁距離に印付けをしたPVモジュール側面図

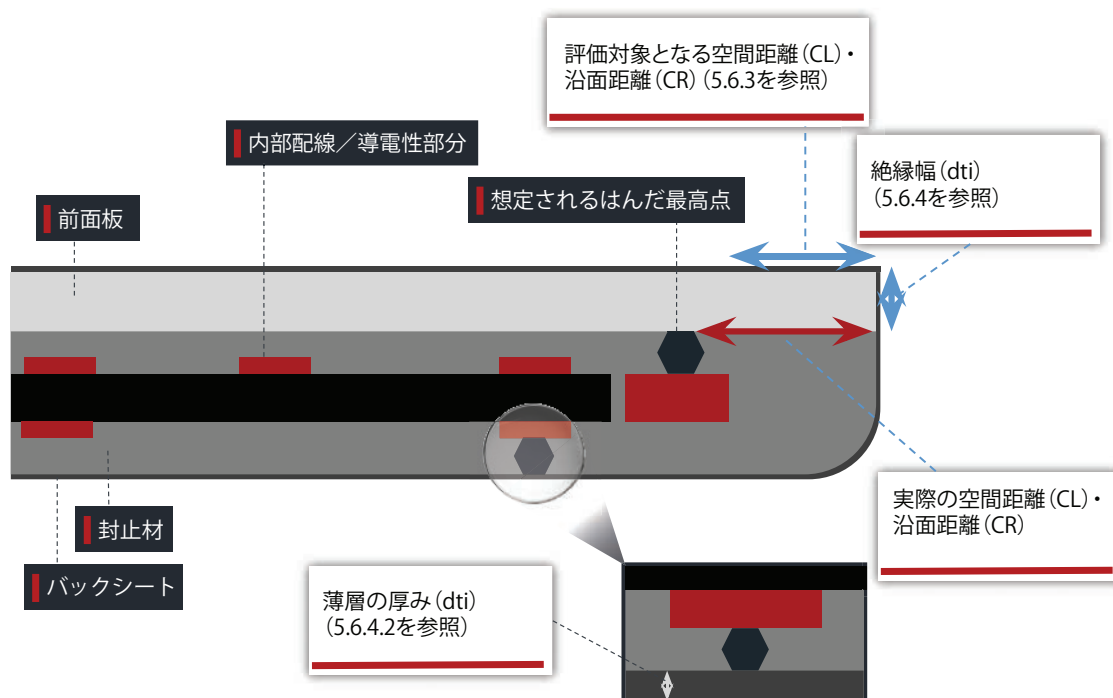
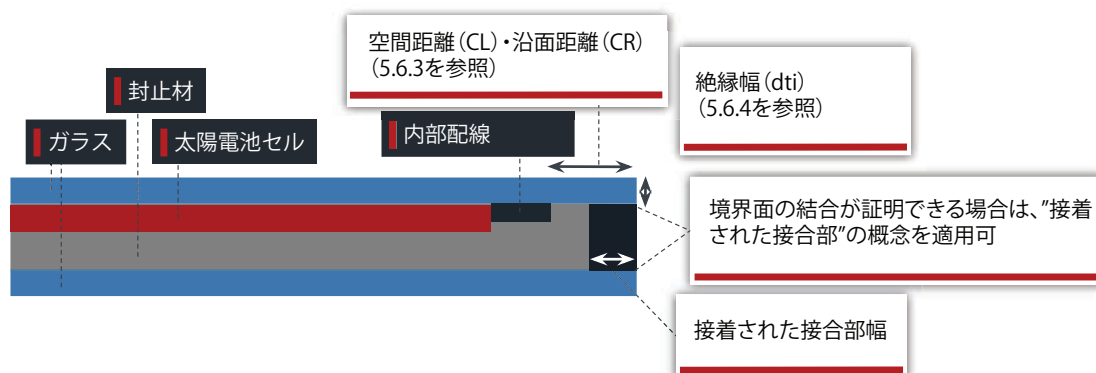


図5に接着された接合部の概念を図示しています。接着された接合部の基本的考え方は、絶縁中間層の絶縁距離要求事項に対応することです。多層構造を持つPVモジュールのような製品については、絶縁距離を抑えるために接着された接合部を用いることも一つの方法です。この場合、異なる材料から成る複数の層が十分に結合され、接着された接合部を形成していることを実証する必要があります。接合部の結合が証明された場合は、沿面距離の概念（表面特性）は適用されません。それに代わり、絶縁層の有効な結合はつまり分離できないことを意味し、よって固体絶縁に分類することができます。実用上は、内層の境界面にトラッキングが生じないことを意味します。

図5：導電性部分（電池、内部配線など）を示したPVモジュール側面図。モジュール端（黒の部分）に接着された接合部を図示。



こうした課題のいずれも、PVモジュールにとって重要かつ現実的な意味合いがあります。絶縁協調手法による絶縁についてその評価法が高度化するほど、PVモジュールの絶縁が以前よりも厳格に吟味されることになります。これまでのPVモジュールの絶縁評価法は長年問題なく機能していましたが、新たに機能性に基づいたより幅広い視点が加わりました。同時に、絶縁協調は科学的に検証された新しい手法であり、モジュール内の導体を互いにまたは接地部品（フレーム等）と近い位置に体系的に配置することができます。こうした進展によってモジュール端までの距離を狭めることが可能になり、より能動的なエネルギー発生部位を備えた高度なモジュール設計に役立ちます。絶縁協調手法を用いることにより、信頼性の高いさまざまな先進材料を使用することも可能になります。これらの利点によってPV業界のイノベーションが促され、長期的な定評ある科学に基づき、エネルギー出力性能が高く、コストを抑えた製品提供へとつながります。

その他の主な変更点

ここまで、改訂版IEC 61730の中で大きく変更された概念または設計上の要求事項をみてきました。その一方で、試験方法にも変更が加えられています。PV業界の新しい技術進歩によって、IEC 61730の試験概念や試験手順のオーバーホールも必要になりました。以下のセクションで、重要な変更点をいくつか取り上げます。



IEC 61730 PART 1の改訂

改訂版IEC 61730-1では、PV業界で用いられる部品機器に関する要求事項がより明確になりました。具体的には、PVモジュールの内部または表面に使用する部品（例：ケーブルやコネクタが組み込まれたジャンクションボックスなど）も該当の部品規格に適合することが求められます。この例で言えば、ジャンクションボックス（IEC 62790）、ケーブル（IEC 62930）、コネクタ（IEC 62852）の該当規格に適合する必要があります。これらの部品も該当安全性要求事項に適合すべき旨を規格の中に明記することによって、改訂版IEC 61730-1は、PVモジュール全体の安全性を促進するための必要手段を講じることになります。

IEC専門委員会（IEC TC 82）の作業が進むにつれ、PV部品とBOS機器の新たな規格が多数導入されています。したがって、こうした新規格を参照し、これらの要求事項を満たすことによってもたらされる利点を十分活かすためにPVモジュールの安全性要求事項も更新する必要があります。この更新作業は、独自の規格や認証プログラムにおいて部品・BOS機器のより具体的な安全性要求事項を策定するためにULが用いたものと同じ方法が採用され、PVの安全性の継続的向上を有意義に支えています。

IEC 61730 PART 2の改訂

新しい材料要求事項が定められたことによって、試験要求事項の改訂が必要となり、それが改訂版IEC 61730-2ですべて対処されています。IEC 61730-1に以前定められていた試験要求事項は改訂プロセスの中で削除され、2つの改訂版規格の重点項目が明確に分割されました。基本的設計要求事項と試験要求事項の分割によって、相互参照が簡素化され、将来的な規格改訂作業も容易になります。

改訂版IEC 61730-2に盛り込まれた新規試験は、関係水平規格の新たな要求事項を中心とした改訂版IEC 61730-1の要求事項変更を反映させたものです。その結果、試験フローも大幅に更新されています。IEC 61730-2における試験の変更の要約を以下に示します。

- 試験シーケンスの更新。特に、シーケンスBとシーケンスB1の追加。
- 規格要求事項の更新のために、MST 05「表示の耐久性」、MST 06「シャープエッジ試験」、MST 33「ねじ結合試験」、MST 37「材料クリープ試験」が追加。
- MST 23「火災試験」：新しい基準の追加。IEC 61730-2: 2016別添およびMST 24「着火性試験」も併せて参照のこと。
- 接着された接合部を評価するためのMST 35「引き剥がし試験」、MST 36「重ねせん断強度試験」が追加。

試験計画の調整

IEC 61730とIEC 61215に規定された試験には多数の類似点があるため、現在、統合的試験計画の策定が進められており、IEC ETF-9での協議を経て、新しい試験フローが2017年内に公表される見込みです。同様に、旧版規格からの適用規格更新に求められる試験要求事項も公表予定です。IEC 61730およびIEC 61215の変更に基づき、ほぼ間違いなく追加試験が必要になると考えられます。ただし、追加試験の範囲は、PVモジュールに用いられる材料や材料の組み合わせ（BOM）、基本設計によって異なります。





まとめ

この8年の間、IEC 61730の改訂作業のために多くの労力が注がれ、2016年8月の改訂版規格公表へと至りました。この間、PVモジュールが急激に値下がりし、品質や安全性に関する懸念が持ち上がりました。その結果、改訂版規格では絶縁協調、クラス分類、汚染度、材料グループの概念が採用されました。これによってPVモジュール設計に幅広いパラメーターが示されると同時に、モジュールの安全性に関する制限値が明確に規定されました。

つまり、改訂版IEC 61730-1・IEC 61730-2は、PVモジュールの世界的安全性の向上を実用的かつ責任ある方法で支えることになります。改訂版規格では、PV技術と製造工程に具体的に対応する広く認められた手法が採用されています。また、新しい規格はPVモジュールの設計・製造のイノベーションを促し、最も効率的・生産的な性能を達成するためのより柔軟な設計も可能にすると考えられます。

IEC 61730-1: 2016およびIEC 61730-2: 2016、ULのPVモジュール試験・認証サービスに関する詳しい情報は、ウェブサイト
(UL.com/solarまたはRenewableEnergyQuote@UL.com)
をご覧ください。



後注



- 1 “Global Market Outlook for Solar Power/2016 – 2020”、SolarPower Europe、ウェブサイト閲覧日：2017年3月23日。<http://resources.solarbusinesshub.com/solar-industry-reports/item/global-market-outlook-for-solar-power-2016-2020>
- 2 “Flat-plate solar array project. Volume 6: Engineering sciences and reliability,” Ross, R.G. Jr., and Smokler, M.I., ジェット推進研究所、カリフォルニア工科大学、1986年10月10日。ウェブサイト閲覧日：2017年3月8日、<https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=19870011218>
- 3 “History of Accelerated and Qualification Testing of Terrestrial Photographic Modules: A Literature Review,” Osterwald,C.R., et al, Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 17 (2009), pp. 11-33.
- 4 “Combined standard for PV module design qualification and type approval: New IEC 61215 – series”, Jaeckel, B., et al, 29th European Photovoltaic Solar Energy Conference – Amsterdam (2014).
- 5 “Safety of Photovoltaic Modules – an Overview of the Significant Changes Resulting from Maintenance of IEC 61730 Series”, Jaeckel, B., et al, 29th European Photovoltaic Solar Energy Conference – Amsterdam (2014)



株式会社 UL Japan 事業所案内

ul.com/jp

本社 〒516-0021 三重県伊勢市朝熊町4383-326
T: 0596-24-6717 F: 0596-24-8020

東京本社 〒100-0005 東京都千代田区丸の内1-8-3
丸の内トラストタワー本館6階
T: 03-5293-6000 F: 03-5293-6001

問い合わせ先

コマーシャル&インダストリアル事業部

Email: CustomerService.jp@ul.com

本社安全試験所 〒516-0021 三重県伊勢市朝熊町3600-18
T: 0596-24-8008 F: 0596-24-8002

本社EMC試験所 〒516-0021 三重県伊勢市朝熊町4383-326
T: 0596-24-8999 F: 0596-24-8124

グローバルマーケットアクセス T: 0596-24-8116 F: 0596-24-8095

湘南EMC試験所 〒259-1220 神奈川県平塚市めぐみが丘1-22-3
T: 0463-50-6400 F: 0463-50-6401

横輪EMC試験所 〒516-1106 三重県伊勢市横輪町108
T: 0596-24-8750 F: 0596-39-0232

鹿島EMC試験所 〒289-0341 千葉県香取市虫幡1614
T: 0478-88-6500 F: 0478-82-3373

**オートモーティブテクノロジー
センター (ATC)** 〒470-0217 愛知県みよし市根浦町1-3-19
T: 0561-36-6120 F: 0561-36-6820

UL の名称、UL のロゴ、UL の認証マークは、UL LLC の商標です。© 2018
その他のマークの権利は、それぞれのマークの所有者に帰属しています。
本内容は一般的な情報を提供するもので、法的並びに専門的助言を与えることを意図したものではありません。